

明 細 書

減速機付き駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は減速機付き駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の駆動装置に用いられる減速機としての波動歯車装置は、図12に示するような構成を有している(特許文献1参照)。すなわち、外周面が楕円形状に形成されたウェーブジェネレータ40を囲むように可撓ベアリング50を介してフレクスプライン30を配置し、フレクスプライン30の外側に内周面が円形状のサーキュラスプライン20を配置するように構成されている。

サーキュラスプライン20の内周面に内歯が形成され、フレクスプライン30の外周面にはサーキュラスプライン20の内歯と噛合可能な外歯が形成され、かつフレクスプライン30が半径方向に撓むことが可能になっている。フレクスプライン30の歯数はサーキュラスプライン20の歯数より僅かに少なく設定されている。

ウェーブジェネレータ40は、長径部分で可撓ベアリング50を介してフレクスプライン30を撓ませ、フレクスプライン30の外歯をサーキュラスプライン20の内歯と噛合させている。

[0003] このように構成された波動歯車装置では、例えばウェーブジェネレータ40を回転させた場合、ウェーブジェネレータ40の長径部分位置の変化に応じて、フレクスプライン30の外歯とサーキュラスプライン20の内歯が噛み合う噛合点が円周方向に移動する。このとき、フレクスプライン30の歯数はサーキュラスプライン20のそれより僅かに少ないので、例えばウェーブジェネレータ40を360度回転させた場合、フレクスプライン30は円周方向にサーキュラスプライン20との歯数差分回転することになる。すなわち、ウェーブジェネレータ40を入力端に、フレクスプライン30を出力端にして前記従来の波動歯車装置を減速機として使用した場合、ウェーブジェネレータ40の回転速度に対してフレクスプライン30の回転速度が大きく減速されることになる。

[0004] このような高減速比を有する波動歯車装置は、例えば脚式移動ロボットにおける足

の屈伸動作の発生に利用されている。図1₃は脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す図である。

第1リンク₇ 0と第2リンク₉ 0とは回動支持機構₁で連結され、互いに回動可能になっている。第1リンク₇ 0と第2リンク₉ 0との回転中心に回転軸₃ Qがくるように波動歯車装置₆ 0が装着されている。すなわち、サーキュラスプライン₂ 0が第2リンク₉ 0に固定される。そして、フレクスプライン₃ 0が第1回転軸₃ Q（出力軸）において複数のボルト₈ 0によって第1リンク₇ 0に固定される。ウェーブジェネレータ₄ 0には第2回転軸₄ Qが設けられ、第2回転軸₄ Qは、第1回転軸₃ Qに対して回転可能に支持され、第1回転軸₃ Qを設けていない側に駆動力を伝達するためのプーリ₆ 1が固定されている。

ここで、ベルト₆ 2によって図示しないモータからの駆動力をプーリ₆ 1に伝え、ウェーブジェネレータ₄ 0が駆動され、ウェーブジェネレータ₄ 0の回転にしたがってフレクスプライン₃ 0が減速して回転し、第1リンク₇ 0が回動される。

[000₀] しかしながら、前記波動歯車装置₆ 0では、第1回転軸₃ Qにおけるフレクスプライン₃ 0の取付位置は、第1回転軸₃ Qの端部に制限されるため、第1回転軸₃ Qに対する波動歯車装置₆ 0の配置位置も第1回転軸₃ Qの端部に限られる。このため、第1回転軸₃ Qを例えば二列のベアリングで支持する構成では、二列のベアリングの間で波動歯車装置を配置することができないなど、レイアウト上の自由度が低いという問題がある。

また、ウェーブジェネレータ₄ 0に駆動力を伝えるプーリ₆ 1は、ウェーブジェネレータ₄ 0と並んで第2回転軸₄ Qに配置されることにより、回転軸方向の大きさが大きくなることが避けられず、用途によっては使用しにくい問題がある。

[000₀] これに対し、ウェーブジェネレータをフレクスプラインの外周側に配置したものも知られている（特許文献₂ 参照）。

特許文献₁：特開平₅ - 14 1485 号公報（特許請求の範囲、請求項1、図1）

特許文献₂：特開昭₉ - 9336号公報（第2図）

発明の開示

[000₀] しかしながら、特許文献₂の技術においても、駆動力の付与は、一方の端部から行われており、軸方向の大きさが大きかった。また、駆動力がウェーブジェネレータに伝

わるまでの経路を構成する部材は、剛性が低いので、応答性が悪いれづ問題がある。

本発明は、前記従来の問題点に鑑み、波動歯車装置の軸方向の大きさを小さくし、減速機付き駆動装置のレイアウトの自由度を向上させるとともに、良好な応答性を有する減速機付き駆動装置を提供することを目的とする。

[0008] このため、第1の発明は、外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、前記波動発生手段がモータのロータであるものとした。

[0009] 第2の発明は、外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、前記波動発生手段は、前記可撓歯車の外側に前記可撓歯車に対して回転自在に配置され、前記可撓歯車を半径方向に撓ませるべく押圧する押圧部を備えた回転部材であり、前記回転部材は、モータのロータであるものとした。

[0010] 第3の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータの外周側に、ロータを回転させるモータのステータが配置され、前記剛体歯車は、第1の部材に結合されるとともに、両端部において第2の部材により回転自在に支持されたものとした。

[0011] 第4の発明は、第1または第2の発明において、同じ径の筒状部を有する前記可撓歯車を2つ有し、各可撓歯車の一端側を互いに向かい合わせて配置した上、各可撓歯車を前記剛体歯車に噛合させるとともに、各可撓歯車を他端側で支持したものとした。

- [0012] 第5の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータが、少なくとも内周が楕円形状をなすとともに複数の磁石が配置され、前記複数の磁石は、前記楕円形状の長軸または短軸を線対称軸として配置されたものとした。
- [0013] 第6の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えたものとした。
- [0014] 第7の発明は、第1または第2の発明において、前記ロータが、前記モータの回転軸に沿った磁束を発生するように構成され、前記ロータを回転させるステータが、前記ロータの磁束の発生部分に対面して配置されるとともに、前記回転軸に沿った磁束を発生するように構成されたものとした。
- [0015] 第1の発明によれば、剛体歯車を内側に、剛体歯車の外側に可撓歯車を配置して、波動発生手段が可撓歯車の外側に可撓歯車に対して回転自在に配置されたモータのロータで構成される。このとき、モータのロータで可撓歯車を撓ませ、撓ませた部分で剛体歯車の外歯を可撓歯車の内歯と噛合させることができる。そして、モータのロータの回転によってその噛合点を円周方向に移動させることができる。
- そして、波動発生手段は、モータのロータであるため、モータの出力を直接波動歯車装置の入力として利用でき、波動歯車装置がコンパクトになるとともに、波動歯車装置の入力部分の剛性が高くなり応答性を良好にすることができる。
- さらに、ロータの回転速度に対して剛体歯車の回転速度が大きく減速されるため、例えば剛体歯車の回転軸を中空構造にし、そこに電気ハーネスなどを通して電気ハーネスと回転軸の摺動速度が小さく、ハーネスが損傷される恐れも少なくなる。
- [0016] 第2の発明によれば、モータのロータが最も外側にあるため、従来に比べて、軸方向の大きさを小さくできる。
- また、モータのロータは、可撓歯車より外周側にあるため、駆動力の入力のために、回転軸の一端または両端を用いる必要が無く、回転軸両端付近のレイアウトの自由度が向上する。
- さらに、波動発生手段はモータのロータであり押圧部で可撓歯車を機械的に撓ませるため、剛体歯車の外歯と可撓歯車の内歯とを確実に噛合させることができる。
- [0017] 第3の発明によれば、高トルクのトルク伝達を可能にしつつ、リンクの関節の小型化

を図ることができる。

- [0018] 第4の発明によれば、可換歯車を幅広に構成でき、さらに高トルクのトルク伝達が可能になる。
- [0019] 第5の発明によれば、トルク変動の幅(リップル)が低減する。また、磁路が対称に形成され、適正な磁路となるので磁気抵抗が低くなり、モータの最大トルクが向上する。
- [0020] 第6の発明によれば、変形拘束部材により、ロータの変形が抑制される。また、ウェーブジェネレータの剛性を高くすることができる。
- [0021] 第7の発明によれば、ベアリング、フレクスプラインまたはサーキュラスプラインなどにより磁束が乱れることがない。その結果、磁束の乱れにより発生する熱を抑えることができる。また、ステータの配置を気にすることなくロータの外径を大きくしうるため、ウェーブジェネレータの剛性を高く保つことができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]減速機付き駆動装置の基礎的形態としての波動歯車装置の構成を示す図である。
- [図2]波動歯車装置の分解斜視図である。
- [図3]図1におけるA-A断面を概念的に示す図である。
- [図4]フレクスプラインを固定した状態で、プーリに駆動力を与えることにより、サーキュラスプラインを駆動する場合の動作を示す図である。
- [図5]減速機付き駆動装置の構成を示す断面図である。
- [図6]図5のB-B断面を概念的に示した図である。
- [図7]減速機付き駆動装置の配置レイアウトを説明する図である。
- [図8]ロータの変形例を説明する図である。
- [図9]減速機付き駆動装置の他の変形例を示す断面図である。
- [図10]フラットモータを利用した場合の減速機付き駆動装置の断面図である。
- [図11]脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。
- [図12]従来の波動歯車装置を示す図である。
- [図13]従来の波動歯車装置を用いた脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の実施形態について説明する。まず最初に、本発明の減速機付き駆動装置の基礎的形態として、剛体歯車の外側に可撓歯車が位置し、可撓歯車の外側にあるプーリを入力とする形態を説明する。図1は、減速機付き駆動装置の基礎的形態としての波動歯車装置の構成を示す図で、図2は、その分解斜視図である。図3は、図1におけるA-A断面を概念的に示す図である。

波動歯車装置10は主として、剛体歯車としてのサーキュラスプライン1と、サーキュラスプライン1の外側に配置される可撓歯車としてのフレクスプライン2と、フレクスプライン2の外側に配置された波動発生手段としてのプーリ3で構成されている。

サーキュラスプライン1は、図2に示すように小径部の端部側の外周面に外歯1aが形成され、その中心部に貫通孔が設けられている。

フレクスプライン2は、半径方向に変形可能な可撓性を有する円筒状の部材で、その内周面に外歯1aと噛合可能な内歯2aが形成され、内歯2aを設けていない側の端部には剛性のフランジ2bが形成されている。サーキュラスプライン1の外歯1aはフレクスプライン2の内歯2aより歯数が少なく設定されている。

[0024] プーリ3は、円形状の外周面にベルト9を装着するための溝が形成され、内周面が図3に示すように外周面と同じ中心で楕円形状に形成され、可撓ベアリング4を介してフレクスプライン2を撓ませ、短径部分でフレクスプライン2の内歯2aとサーキュラスプライン1の外歯1aとを噛合させている。すなわち、短径部分はフレクスプライン2を半径方向に押圧する押圧部として機能することによってフレクスプライン2を撓ませている。このように、プーリ3は駆動力を伝えるためのプーリとしての機能だけでなく、波動歯車装置におけるウェーブジェネレータとしての機能をも果たす。

フレクスプライン2のフランジ2bの両側には図1に示すように、プーリ支持リング6とリンク8が配置され、プーリ支持リング6とリンク8は、フランジを挟んで円周方向に並んだ複数のボルト8aによって連結されている。フレクスプライン2は、フランジ2bを固定端として内歯2aが設けられた側を半径方向へ撓ませることができる。プーリ支持リング6は、図1に示すように第1ベアリング5を介してプーリ3を支持し、リンク8は第2ベアリング7を介してサーキュラスプライン1を支持している。

[0025] これによって、フレクスプライン2に対してサーキュラスプライン1は相対的に回転することができる。一方、プーリ3は可撓ベアリング4を介してフレクスプライン2の外周面でフレクスプライン2を撓ませながら回転することができる。すなわち、プーリ3、フレクスプライン2、サーキュラスプライン1がそれぞれ所定の関係を保ちながら独立に相対回転することができる。この三つの回転要素のうち、いずれかの一つを入力端側に、一つを出力端側にして減速機または増速機として使用することができる。また、一つの回転要素を出力端側にし、他の二つの回転要素を入力端側にすれば、差動機構として機能させることもできる。

[0026] 次に、波動歯車装置10の動作について説明する。図4は、フレクスプラインを固定した状態で、プーリに駆動力を与えて、サーキュラスプラインを駆動する場合の動作を示す図である。

図4(a)では、プーリ3の内周面における短径部分で、サーキュラスプライン1の歯 m とフレクスプライン2の歯 n が噛み合っている。この噛み合い位置を噛合点 a として、プーリ3を反時計方向に90度回転させた場合、(b)に示すように、噛合点 a がプーリ3の内周面における短径部分と同様に90度回転することになる。このとき、噛合点がずれることによって、歯 m と歯 n が噛み合わなくなる。そして、プーリ3をさらに90度、すなわち(a)の位置から反時計方向に180度回転させると、噛合点 a も同様に180度回転することになる。このとき、フレクスプライン2の歯 n が、サーキュラスプライン1の歯と再び噛み合うことになるが、サーキュラスプライン1の歯数がフレクスプライン2のそれより少ないため、サーキュラスプライン1の歯 m が歯 n からずれることになる。したがって、フレクスプライン2を固定した場合、プーリ3の回転速度に対して、サーキュラスプライン1の回転速度が大きく減速されることになり、波動歯車装置10を減速機として使用する場合、大きな減速比が得られる。

[0027] 波動歯車装置10は以上のように構成され、プーリ3を最外周に配置し、プーリ3に対して回転速度が減速されるサーキュラスプライン1を中心部に配置したため、例えばサーキュラスプライン1の回転軸を中空構造にし、そこに電気ハーネスを通して使用することができる。この場合、サーキュラスプライン1の回転が低速であるため回転軸とハーネスの撓動速度が小さく、ハーネスが損傷される恐れが少ない。また波動歯

車装置10を潤滑するため回転軸を介して流体を流した場合でも、遠心力で流体が目的の部位に届かないようなこともない。

[0028] また、減速機として使用する場合、最外周にあるプーリ3に駆動力を与え、中央部にあるサーキュラスプライン1から駆動力を出力することができる。このとき、サーキュラスプライン1は図1に示すように最も内側にあり、かつ軸方向には従来のように駆動力を伝達するためのプーリが存在しないため、出力軸におけるサーキュラスプライン1の配置位置が自由に設定できるとともに、出力軸の両側から駆動力を出力することができる。

すなわち、出力軸に対する波動歯車装置10の配置位置は出力軸の端部だけでなく内側にも設定することもでき、そして内側に設定した場合には、波動歯車装置の両側から伸びた出力軸から駆動力を出力することもできる。

[0029] 次に、駆動用のモータのロータを波動発生手段として用いた本発明の減速機付き駆動装置について説明する。図5は、減速機付き駆動装置の構成を示す断面図であり、図6は、図5のB-B断面を概念的に示した図である。

前記した基礎的形態としての波動歯車装置10を減速機として使用する場合、プーリ3をモータのロータとして形成し、モータの駆動力を減速してサーキュラスプライン1から直接に出力することで、駆動源と減速機を一体にしつつコンパクトにした装置を構成することができる。

本実施形態の減速機付き駆動装置10は、図5に示すように外歯1a'が形成されたサーキュラスプラインソの外側に、内歯2a'が形成されたフレクスプライン2'が配置され、フレクスプライン2'の外側には可撓ベアリング4を介してモータの回転軸の一例としてのロータ16が配置されている。ここでのロータとは、同軸上に固定して配置されたステータとの間で互いに吸引力または反発力などの磁力が作用されて回転されるものである。ロータには、永久磁石または電磁石が配置され、これらの永久磁石または電磁石は、対向するステータと電磁石または永久磁石との間で相互に力を及ぼし合う。

ロータ16は、内周面が楕円形状に形成され、その短径部分でフレクスプライン2'を撓ませ、フレクスプライン2'の内歯2a'をサーキュラスプラインソの外歯1a'に

噛合させている。すなわち、このロータ16は前記波動歯車装置10におけるプーリ3と同様にウェーブジェネレータとしての機能を発揮するものである。

- [0030] サークュラスプラインソは、第2ベアリング7'を介してリンク8'に回転可能に支持され、フレクспライン2'は、そのフランジガリンク8'とケーシング15の壁面に挟まれた状態でボルト8aによって固定される。

ロータ16は、2つの第1ベアリング5によってケーシング15に回転可能に支持されている。ロータ16の外側に、ケーシング15に固定され、円周方向に形成された複数の突極にコイル17aが巻かれたステータ17が配置されている。このコイル17aに順次に通電することによって、ロータ16を挟んだ回転磁場を形成することができる。

図7に示すように、ロータ16には円周方向に等間隔に複数の永久磁石16aが配置され、したがって、ステータ17との磁気吸引または反発でロータ16が駆動力を得て回転することができる。

サーキュラスプラインソの端部側にロータ16の回転速度を検出するエンコーダ18が設けられ、その回転円盤18aは、第3ベアリング19を介してケーシング15に回転可能に支持されるとともに、ロータ16と連結されている。

- [0031] 減速機付き駆動装置10'は以上のように構成され、ステータ17の各コイル17aに順次に通電することによってロータ16が駆動され、その回転でサーキュラスプライン1'とフレクспライン2'との噛合点が円周方向に移動され、サーキュラスプライン1'が減速駆動される。

そして、ロータ16が回転するとき、エンコーダ18で回転円盤18aの回転角を示す情報が作成されるので、その情報を用いてロータ16の回転速度を検出することができる。

。

このように、ロータ16はウェーブジェネレータとしての機能をもつと同時に、ステータ17とでモータを構成し、モータにおける駆動力を出力する出力軸の機能も果たすので、駆動力を直接に減速して出力することができる。

- [0032] 以上のような減速機付き駆動装置10'によれば、次のような効果を奏する。

まず、モータを軸の端部に設けることなく、外周側に配置して扁平型にしたので、軸方向の長さを短くすることができる。なお、従来の外歯を備えた可換歯車で構成され

る波動歯車装置において、ウェーブジェネレータとロータ(アウターロータ)とを一体化した場合には、波動歯車装置の出力に比較してモータが小さすぎるため、実用的な装置とはならない。

そして、モータの回転を制御する場合に、モータから回転体までの間の剛性が低いと、制御を安定させるため速度ループゲインを大きくするのが難しいが、本実施形態では、ロータとウェーブジェネレータを軸で結合するのではなく、ロータ自体がウェーブジェネレータとなっていることから回転体までの弾性要素が無いとみなすことができ、速度ループゲインを高くして応答性を良好にすることができる。しかも、ロータが中空形状で径が大きいことから、ロータ自体の掠り剛性も高く、これによっても応答性が良好になる。

また、減速機付き駆動装置10は、モータが中空構造となり、表面積が大きくなるため、冷却注能に優れ、高トルクを持続することが期待できる。

さらに、モータ、ウェーブジェネレータおよびフレクスプラインの3つが一体となっているので、サーキュラスプラインを備えたリンクにこの一体化された装置を挿入し、締結するだけで組立が可能であるので、部品点数・組立工数が削減され、低コスト化が可能となる。

また、従来は、モータとウェーブジェネレータのシャフト同士の締結で回り止めのキーを使用していたが、減速機付き駆動装置10では、キーを使用する必要がないので、キー溝の疲労によるガタが発生することがない。したがって、ロータからウェーブジェネレータまでの運動の伝達経路においてガタを0にでき、前記したとおりウェーブジェネレータの応答性が良好になる上、騒音の低下や耐久性の向上も期待できる。

また、従来は、モータとウェーブジェネレータのシャフト同士の結合において、精度を要するテーパシャフトとテーパハウジングによる結合を行っていたが、減速機付き駆動装置10では、そのようなテーパ加工は不要となり、加工工数の削減と低コスト化を実現することができる。

[0033] さらに、本実施形態によれば、減速機付き駆動装置のレイアウトの自由良が向上する。図7は、波動歯車装置の配置レイアウトを説明する図である。従来の波動歯車装置60は、横側に駆動力を伝達するベルトがあるため、図7に示すように、その配置位

置が出力軸24(第1回転軸30a)の端部に限られる。すなわち、片側にしか出力軸が設けられない構成である。これに対して、本実施形態の減速機付き駆動装置10は、両側に出力軸を設けることができるため、従来のように出力軸の端部に配置できることはもちろん、図7に示すように、出力軸24(サーキュラスプライン1の回転軸)を支持するベアリング21、22、23の間でも配置することができ、レイアウトの自由度が向上する。

[0034] なお、本実施形態ではロータ16の内周面を楕円形状にして、その短径部分でフレクスプライン2を摺ませたが、内周面は必ずしも楕円形状である必要はなく、例えば図8に示すように円形状の内周面に対向する二ヶ所に押圧部として突起16b'、16b'を形成し、突起16b'、16b'によってフレクスプライン2を摺ませることもできる。この場合、本実施形態と同様にロータ16'を回転させると、突起16b'、16b'がフレクスプライン2とサーキュラスプライン1との噛合点を移動させ、サーキュラスプライン1の回転速度を減速させることができる。なお、この場合、突起16b'、16b'の先端面は、円形の一部でもよく、楕円形の一部でもよい。もちろん、突起16b'を一つのみ形成しても構わない。

[0035] 次に、図5の減速機付き駆動装置の変形例を説明する。図9は、減速機付き駆動装置の変形例の断面図である。

図9に示す減速機付き駆動装置10'は、図5の減速機付き駆動装置10のサーキュラスプライン1を、片持ち支持から両持ち支持に変更し、フレクスプライン2'を両側から配置したものである。このような両持ち支持は、波動発生手段をフレクスプライン2'の外周側に配置したことにより可能になっている。

減速機付き駆動装置10'は、幅広の外歯1a''が形成されたサーキュラスプライン1'の外周側に、内歯2a''が形成されたフレクスプライン2''が配置され、フレクスプライン2''の外周側には幅広の可摺ベアリング4を介してロータ16''が配置されている。

ロータ16''は、内周面が楕円形状に形成され、その短径部分でフレクスプライン2''を摺ませ、フレクスプライン2''の内歯2a''がサーキュラスプライン1'の外歯1a''に噛合されている。つまり、ロータ16''は図5のロータ16と同様にウェーブジェネレー

タとしての機能を有する。

- [0036] サーキュラスブラインゾ は、後述するフレクスブライン2'' の内周側に入り込む筒部1 01と、筒部1 01の図9における右側に連続し、筒部1 01より一回り太い筒状のリンク結合部1 02とから構成されている。リンク結合部1 02の右端部には、ネジ穴1 09が設けられており、このネジ穴1 09に、第1の部材である第1リンク1 07がボルト8aにより結合されている。同様に、筒部1 01aの左端にもネジ穴1 09が形成され、このネジ穴1 09に、左側から第1の部材である第1リンク1 07がボルト8aにより結合されている。筒部1 01aの外周には、前記した外歯1a'' が形成されている。このように、筒部1 01aは、左側の一端がフレクスブライン2'' の内径より刃心いため、フレクスブライン2'' へ挿入して組み付けるのが容易である。

サーキュラスブラインゾ は、一端側、図9においては右側が第2ベアリング7' を介して第2の部材の一部である第2リンク1 06に回転可能に支持され、他端側、図9においては左側も第2ベアリング7' を介して第2リンク1 06に回転可能に支持されている。このようにサーキュラスブラインゾ が両側で回転支持されることにより、減速機付き駆動装置1 0' をロボットの関節などの高トルクを要する関節として利用することができる。

なお、サーキュラスブラインゾ は、第2リンクと一体になっている部材、例えばケーシング15により回転自在に支持されていてもよい。

- [0037] フレクスブライン2'' は、半径方向に可撓性を有する薄い筒状部2b'' と筒状部2b'' の端部から半径方向に延びるフランジ部2c'' からなっている。筒状部2b'' の内面には、前記した内歯2a'' が形成されている。フレクスブライン2'' は、筒状部2b'' の端部（一端側）を互いに向き合わせた状態で同じ物が2つ配置されている。両端（他端側）に位置したフランジ部2c'' は、右側については、右側の第2リンク1 06とケーシング15の間に挟まれた上、ボルト8aで固定され、左側については、左側の第2リンク1 06とケーシング15の間に挟まれた上、ボルト8aで固定されている。このように、2つのフレクスブライン2'' をその筒状部2b'' を一端で向かい合わせて、内歯2a'' の幅を広くとっているため、減速機付き駆動装置1 0'' は、高トルクのトルク伝達が可能となる。

[0038] ロータ16'' およびステータ17の機能および構造は図5のロータ16およびステータ17の機能と同様であり、ステータ17のコイル17aへの通電によりロータ16'' が回転させられる。また、ロータ16の他端側の外周には回転円盤18aが固定され、エンコーダ18で回転円盤18aの回転を検出することでロータ16'' の回転速度、回転角が検出される。

[0039] 減速機付き駆動装置10'' は以上のように構成され、ステータ17の各コイル17aに順次に通電することによって、ロータ16'' が駆動され、その回転で、サーキュラスプライン2'' とフレクスプライン2'' との噛合点が円周方向に移動され、サーキュラスプラインノが減速駆動される。

そして、ロータ16'' が回転するとき、エンコーダ18で回転円盤18aの回転角を示す情報が作成されるので、その情報を用いてロータ16'' の回転速度を検出することができる。

このように、サーキュラスプラインノ およびフレクスプライン2'' を両側で支持したことにより、図5の減速機付き駆動装置10 が有する利点に加え、高トルクの回転伝達が可能となる。また、同じトルク伝達力にしようとした場合には、減速機付き駆動装置10'' の半径方向の大きさを小さくすることができる。

[0040] 次に、図5の減速機付き駆動装置10 の他の変形例について説明する。図10は、フラットモータを利用した場合の減速機付き駆動装置の断面図である。

図10に示す減速機付き駆動装置10' は、図5の減速機付き駆動装置10 におけるステータ17に比べ、若干内径側に寄せて配置されたステータ171を有している。ステータ171は、コイル171aを有し、コイル171aへの通電により、モータの回転軸、すなわち第1リンク107と第2リンク106の互いの回転軸の方向に磁束を発生する。

ステータ171の図10における左右両側には、ステータ171を両側から囲む形でロータ161が配置されている。ロータ161は、ステータ171の両側に、永久磁石162, 163を有している。永久磁石162, 163も、前記回転軸に沿った磁束を発生しており、ステータ171への通電により、ロータ161が回転するように、ステータ171とロータ161とでいわゆるフラットモータを構成している。

ロータ161の永久磁石162, 163は、フレクスプライン2'' の内歯2a'' と、サーキュ

ラズプラインノの外歯1a''が噛み合う部分の外周に配置されている。

[0041] このような構成の減速機付き駆動装置10''によれば、磁束が延びる方向と、ベアリング、フレクспラインまたは中空サーキュラズプラインなどとの位置関係上、ステータ171や永久磁石162が発生する磁束がこれらの部材に乱されることがない。そのため、磁束の乱れによる渦電流の発生が抑えられ、渦電流による不要な熱の発生を抑えることができる。

そして、ロータ161は、フレクспライン2''の内歯2a''と、サーキュラズプライン1''の外歯1a''が噛み合う部分の外周に位置する部分が厚く形成されているので、永久磁石162、163の剛性により、外歯1a''と内歯2a''とを、しっかりと噛み合わせることができる。また、第1ベアリング5,5は、ロータ161の両端付近の外周に嵌合されているので、ロータ161がフレクспライン2''を押圧した反力として半径方向外側に広げられたとしても、第1ベアリング5,5が変形を拘束する変形拘束部材として機能するので、ロータ161の見かけ上の剛性が高く、外歯1a''と内歯2a''の確実な噛合を実現できる。さらに、第1ベアリング、5,5を、ロータ161の外周の中でも各永久磁石162、163の外周に嵌合させれば、ロータ161の見かけ上の剛性をさらに向上し、外歯1a''と内歯2a''の確実な噛合を実現できる。特に、本実施形態のように永久磁石162、163が外歯1a''と内歯2a''の外周部分に配置されているときは、効果的である。なお、変形拘束部材は、必ずしもベアリングである必要はなく、永久磁石162、163の外周に、リング状の部材を嵌合させてもよい。

また、ステータ171とロータ161とを、フラットモータの構成としたことで、ステータ171の外径が小さくなり、減速機付き駆動装置10''を小型にすることができる。

[0042] 次に、応用例として前記した減速機付き駆動装置10''を脚式移動ロボットに使用した場合を説明する。

図11は、脚式移動ロボットにおける足の関節部分を示す断面図である。

図11に示すように、減速機付き駆動装置10''は、サーキュラズプラインソの両端が、ボルト8aにより第2リンク12に結合されている。すなわち、第2リンク12はサーキュラズプラインソと一体になっている。そして、第1リンク13は、図11における右側において、第2ベアリング7'によりサーキュラズプラインソに回動可能に支持され、左

側において、第2ベアリング7'により第2リンク12に回動可能に支持されている。なお、左右の第2リンク12, 12は、上方で一体になっており、左右の第1リンク13, 13は、下方で一体になっている。

[0043] ここで、減速機付き駆動装置10を動作させて、ロータ16を回転させれば、前記したように、フレクスプライン2'の内歯2a'とサーキュラスプラインソの外歯1a'が噛合してサーキュラスプラインソが減速回転する。その結果、第1リンク13に対して第2リンク12がゆっくりと回動されることになる。

このように、減速機付き駆動装置10が動作する場合、サーキュラスプラインソの両側で均等に駆動力を出力することができるので、第1リンク13と第2リンク12バランスよく回動させることができる。また、ロータ16自体がウェーブジェネレータとしての機能を有するため、ロータ16を高速で回転させ、応答性良く第1リンク13と第2リンク12とを互いに回動させることができる。

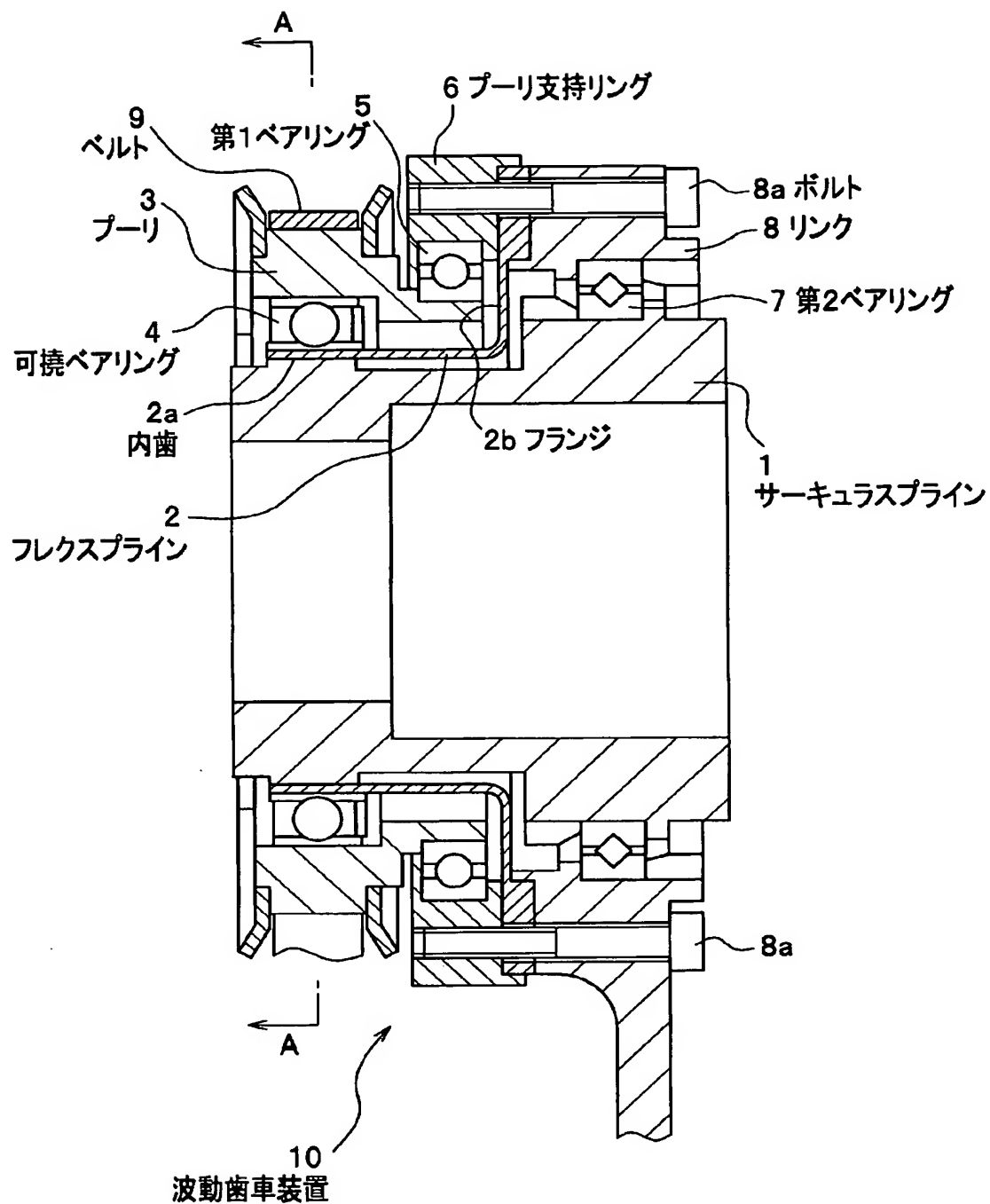
また、サーキュラスプラインソの回転速度が低速であるため、その中央の貫通孔にハーネスを通して、サーキュラスプラインソとの摺動で、ハーネスが損傷される恐れは少なく、ロボットの信頼性を向上させることができる。また、例えば減速機付き駆動装置10を潤滑するための流体を流した場合でも、大きな遠心力で流体が貫通孔の壁面に付着して目的の部分に届かないとせず不具合もない。

請求の範囲

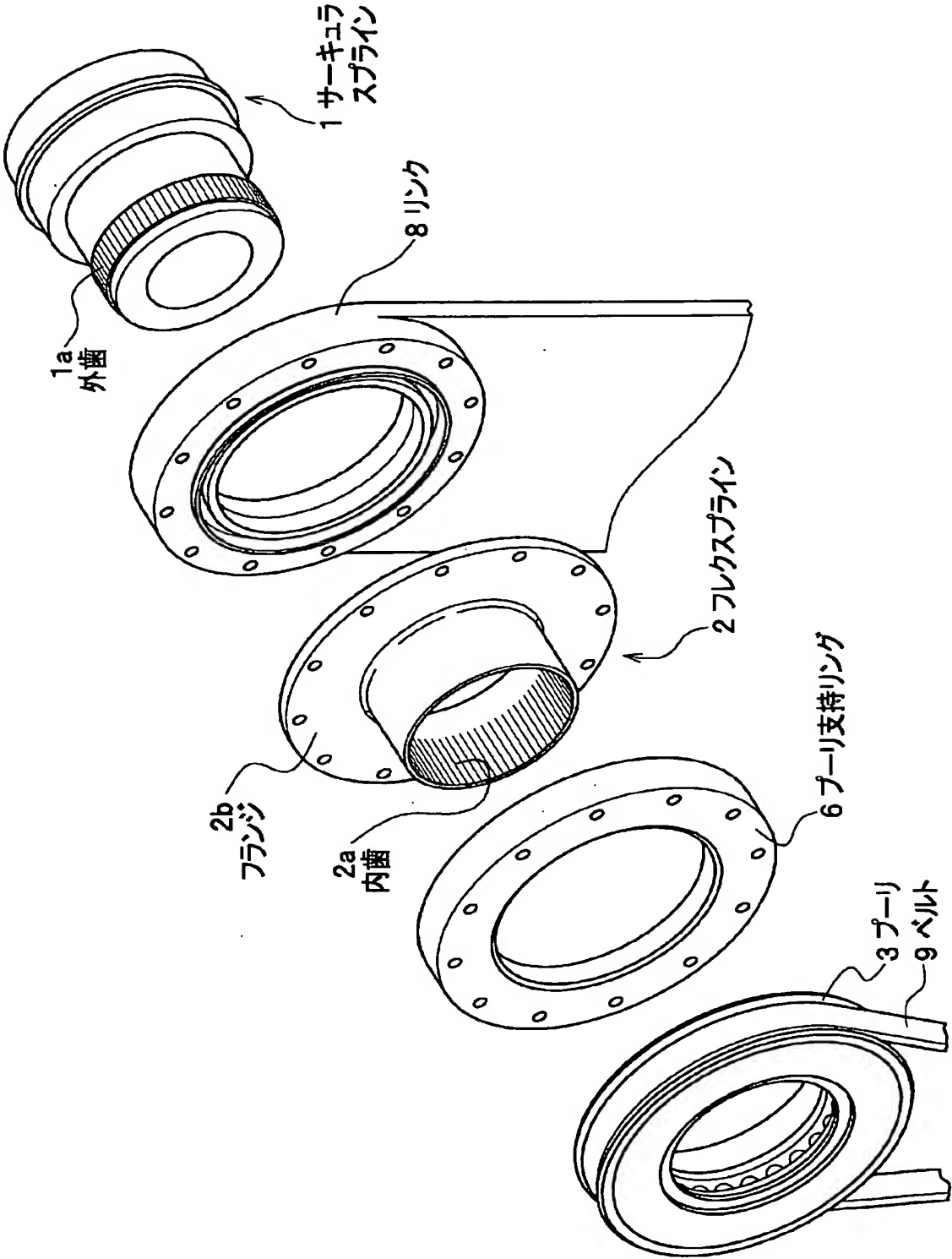
- [1] 外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、
前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、
前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、
前記波動発生手段がモータのロータであることを特徴とする減速機付き駆動装置。
- [2] 外周面に外歯が形成された円形状の剛体歯車と、
前記剛体歯車の外側に配置され、前記剛体歯車の外周長より大きな内周長を有するとともに、内周面に前記剛体歯車の外歯と噛合可能な内歯が形成された環状の可撓歯車と、
前記可撓歯車を半径方向に撓ませることにより前記可撓歯車の内歯を前記剛体歯車の外歯に噛合させるとともに、前記可撓歯車を撓ませる噛合位置を円周方向に移動させる波動発生手段とを備え、
前記波動発生手段は、前記可撓歯車の外側に前記可撓歯車に対して回転自在に配置され、前記可撓歯車を半径方向に撓ませるべく押圧する押圧部を備えた回転部材であり、前記回転部材がモータのロータであることを特徴とする減速機付き駆動装置。
- [3] 前記ロータの外周側に、ロータを回転させるモータのステータが配置され、
前記剛体歯車は、第1の部材に結合されるとともに、両端部において第2の部材により回転自在に支持されることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の減速機付き駆動装置。
- [4] 同じ径の筒状部を有する前記可撓歯車を2つ有し、各可撓歯車の一端側を互いに向かい合わせて配置した上、各可撓歯車を前記剛体歯車に噛合させるとともに、各可撓歯車を他端側で支持したことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の減速機付き駆動装置。

- [5] 前記ロータは、少なくとも内周が楕円形状をなすとともに複数の磁石が配置され、前記複数の磁石は、前記楕円形状の長軸または短軸を線対称軸として配置されたことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の減速機付き駆動装置。
- [6] 前記ロータの外周部に、前記ロータの変形を防ぐ変形拘束部材をさらに備えたことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の減速機付き駆動装置。
- [7] 前記ロータは、前記モータの回転軸に沿った磁束を発生するように構成され、前記ロータを回転させるステータは、前記ロータの磁束の発生部分に対面して配置されるとともに、前記回転軸に沿った磁束を発生するように構成されたことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の減速機付き駆動装置。

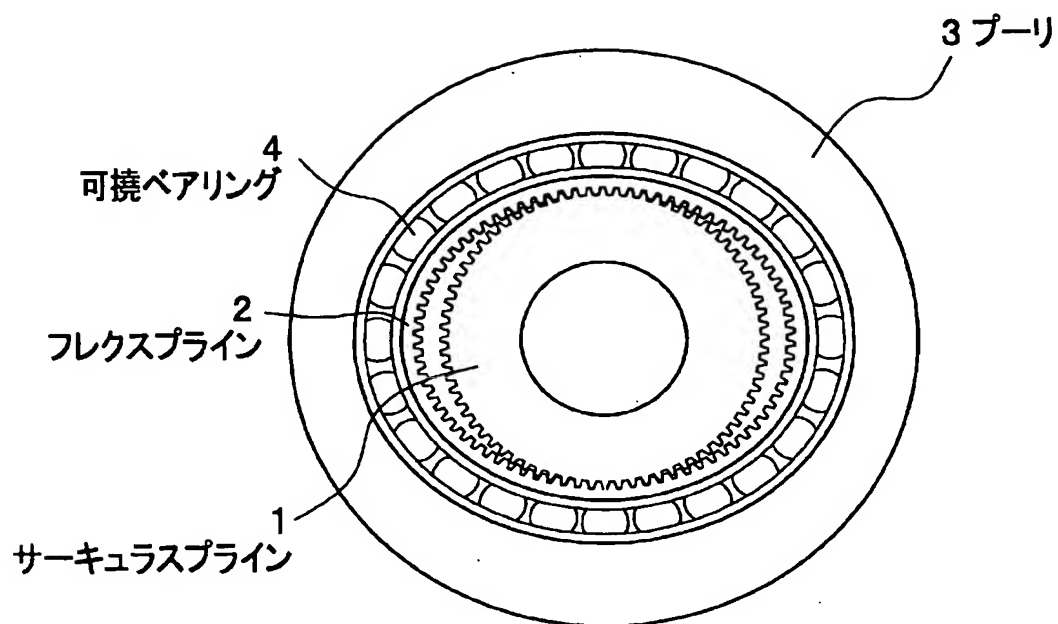
[図1]



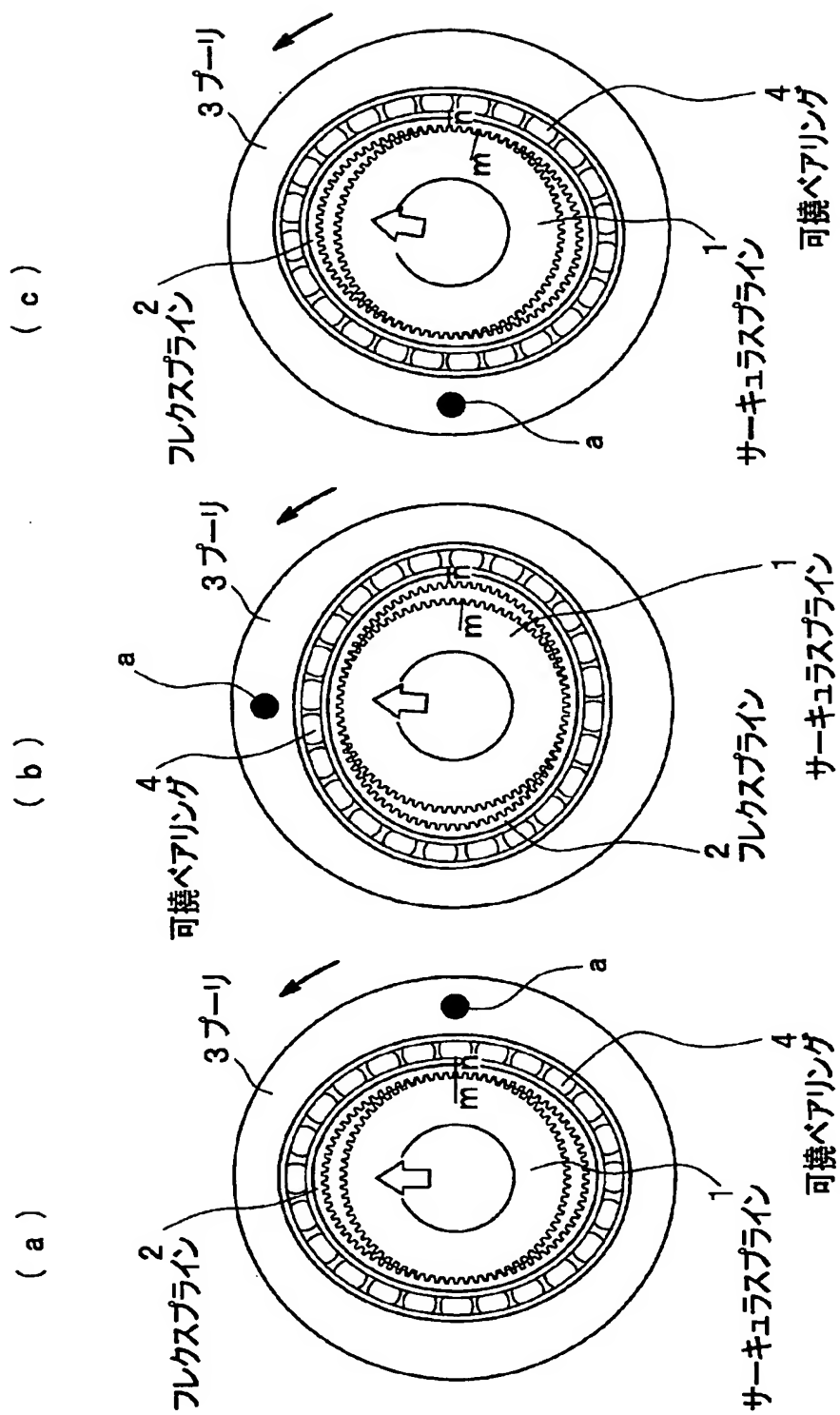
[図2]



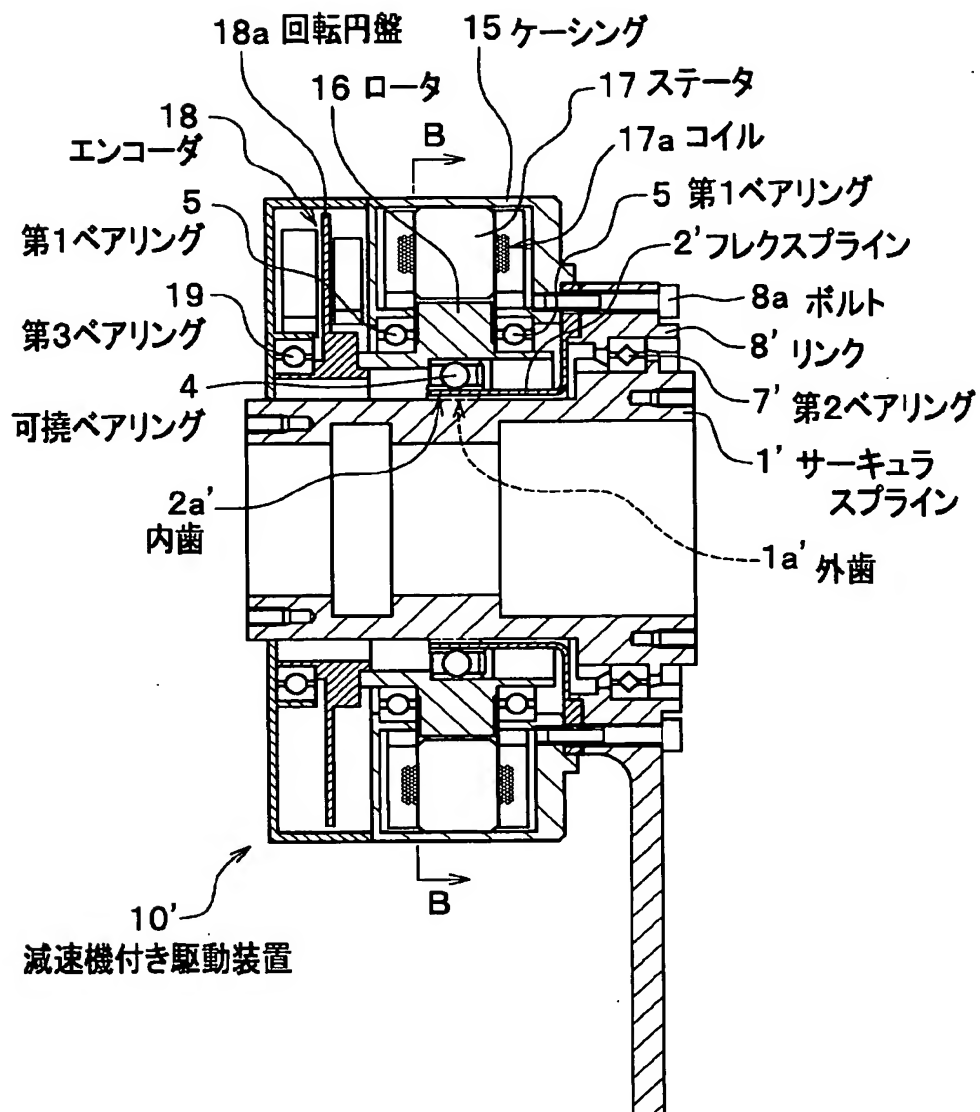
[図3]



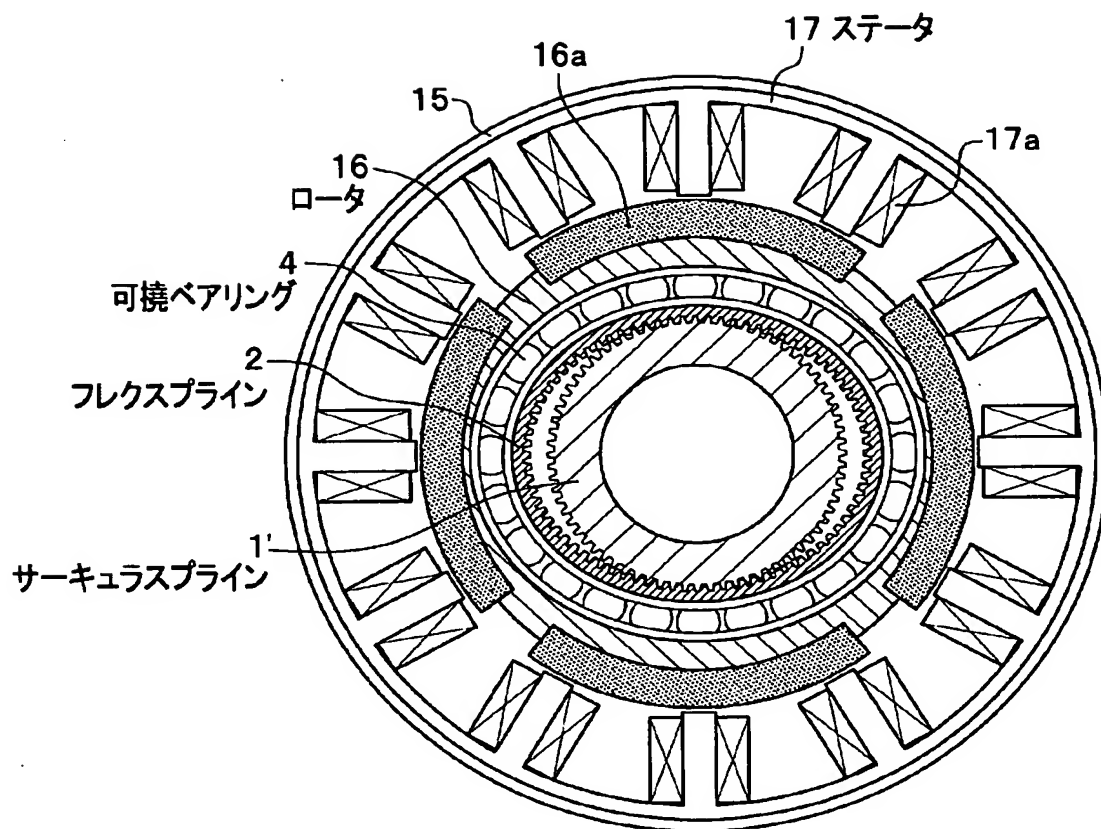
[図4]



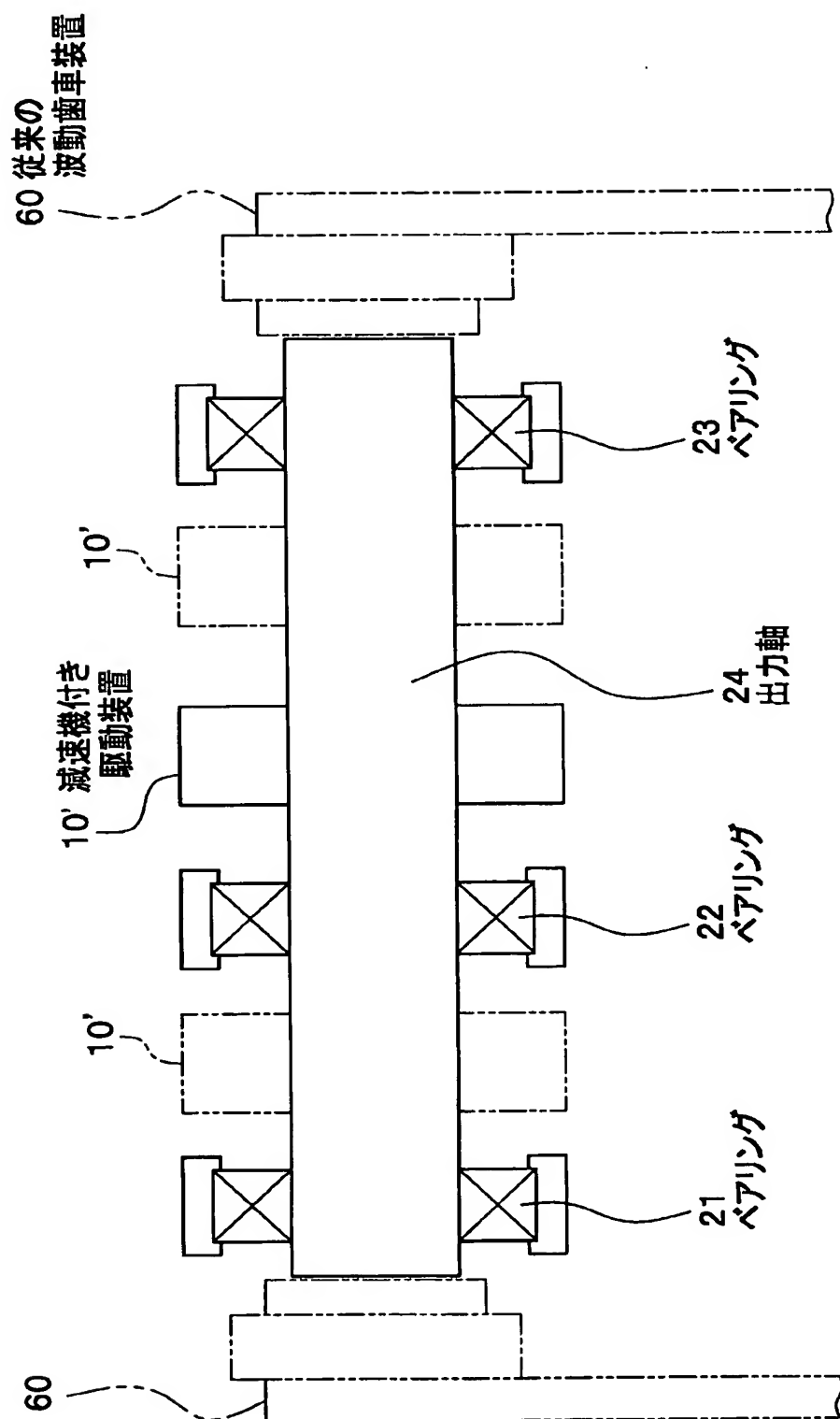
[図5]



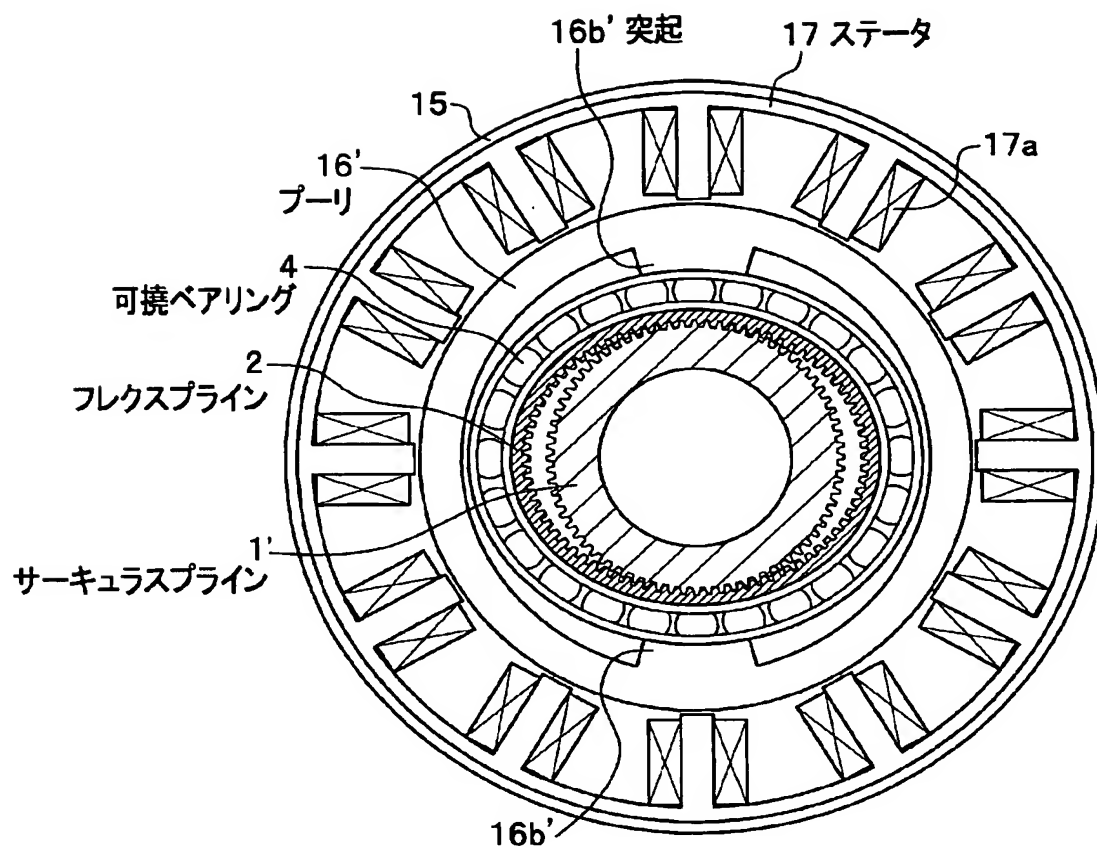
[図6]



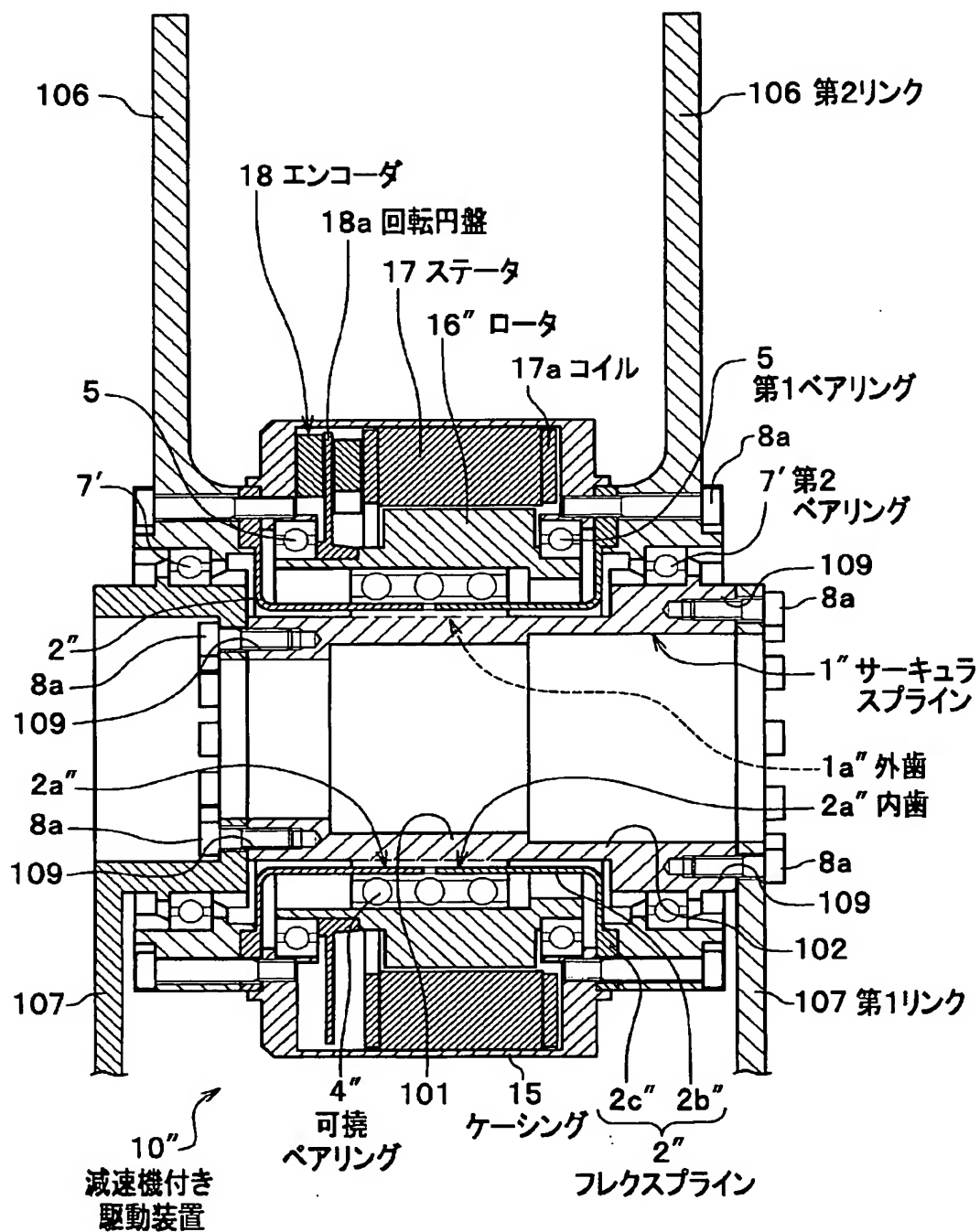
[図7]



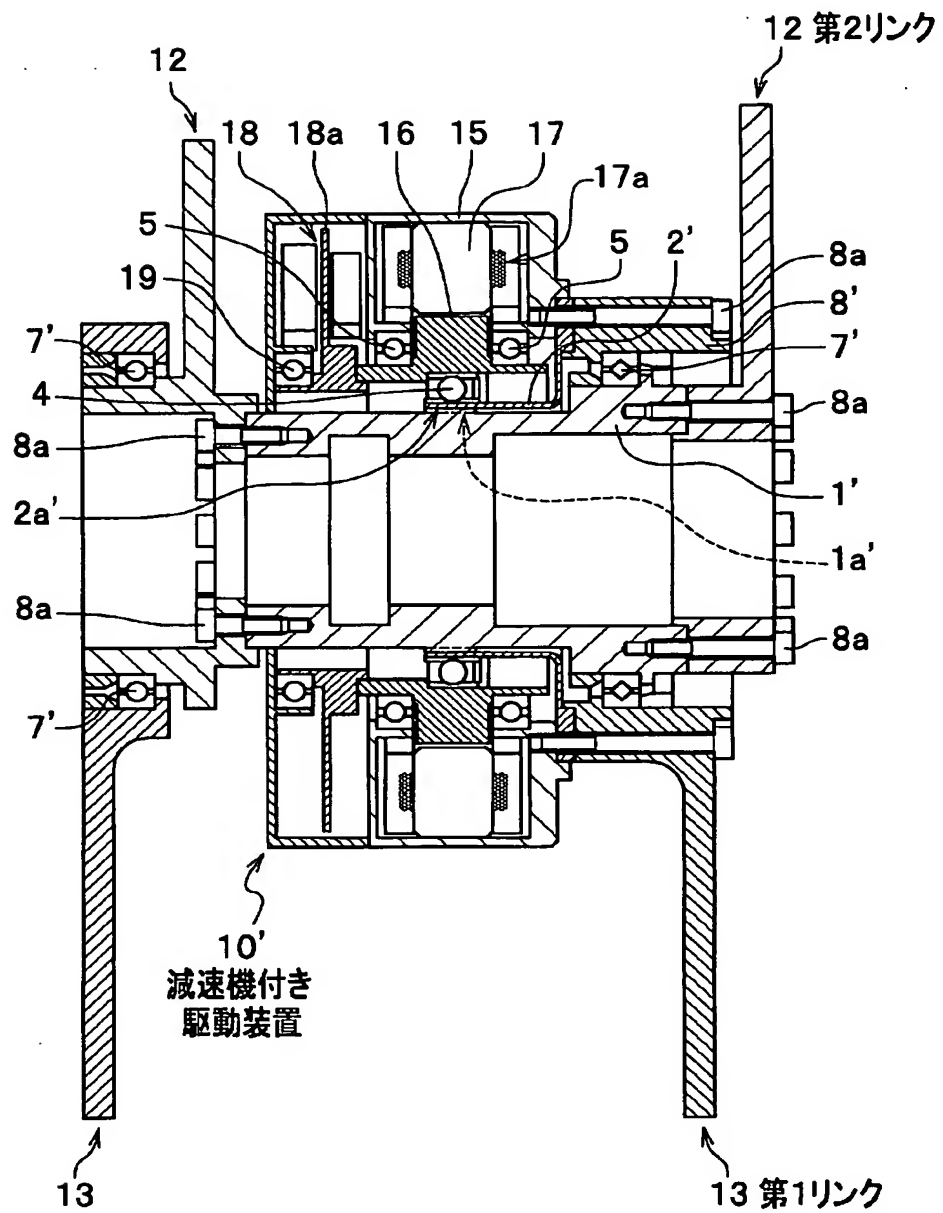
[図8]



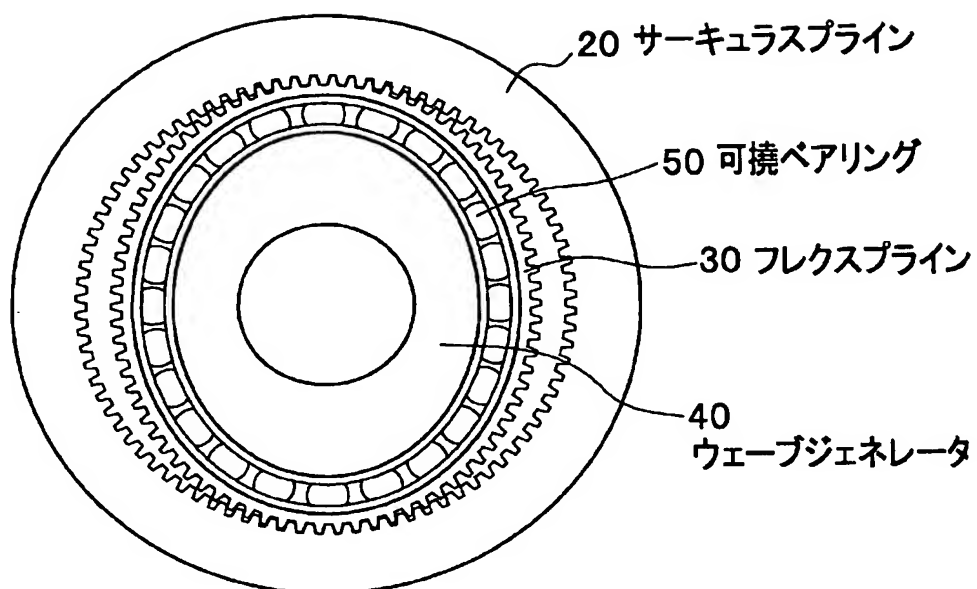
[図9]



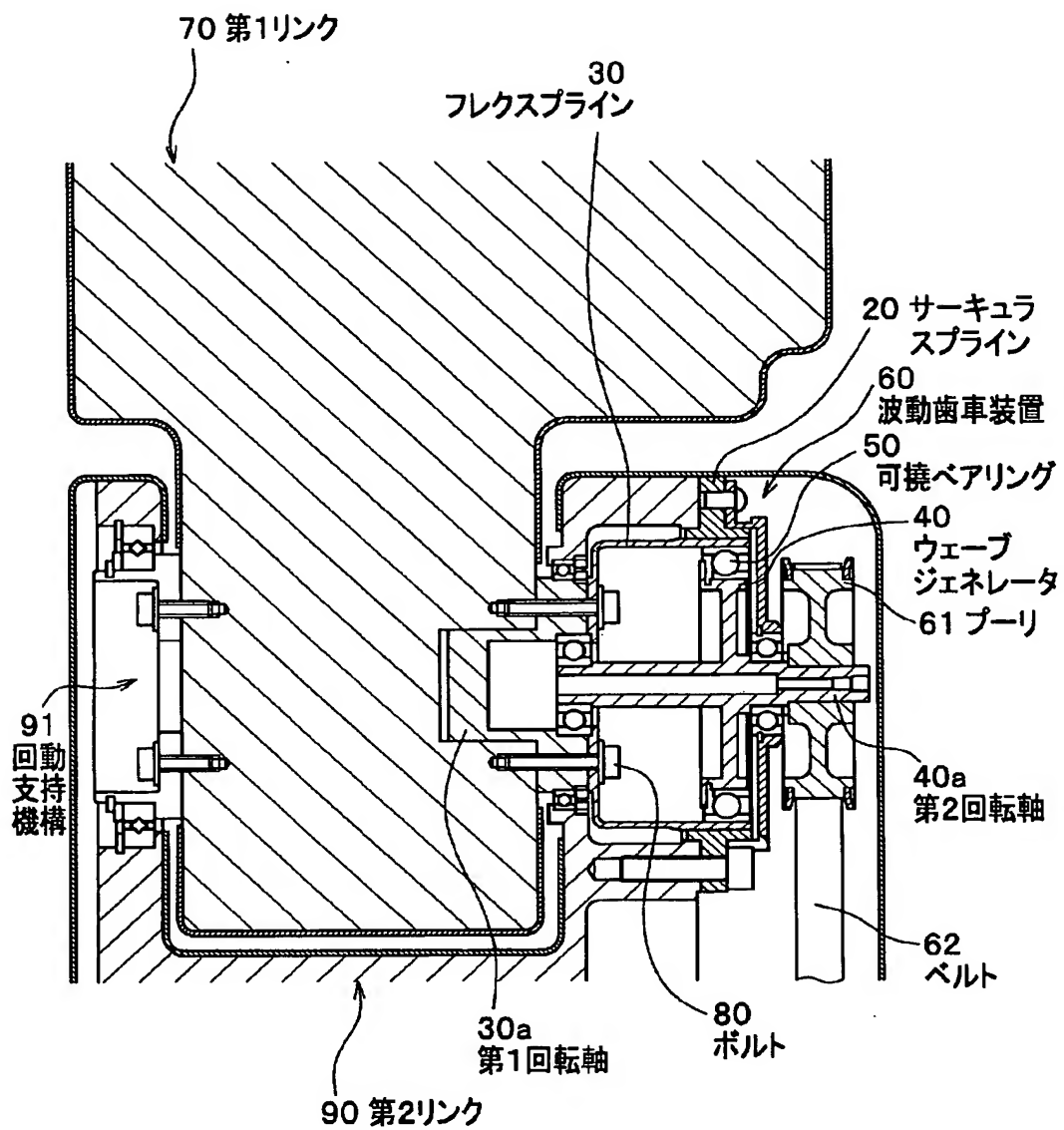
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011621

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. ⁷ F16H1/32 , H02K7/116 , H02K41/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. ⁷ F16H1/32 , H02K7/116 , H02K41/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2005
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2005	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho
								1994-2005

Electronic database consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-254789 A (Yaskawa Electric Corp.), 21 September, 2001 (21.09.01), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1 - 7
A	JP 2001-218422 A (Harmonic Drive Systems Inc.), 10 August, 2001 (10.08.01), Fig. 1 (Family: none)	1 - 7
A	JP 2001-112215 A (Yaskawa Electric Corp.), 20 April, 2001 (20.04.01), Figs. 1 to 2 & US 6701803 B1 & EP 1221755 A1	1 - 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 July , 2005 (22.07.05)

Date of mailing of the international search report
09 August , 2005 (09.08.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011621

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-62934 A (Fujitsu Ltd.), 19 March, 1988 (19.03.88), Figs. 2 to 4 (Family: none)	1 - 7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 28604/1988 (Laid-open No. 133546/1989) (Yaskawa Electric Mfg. Co., Ltd.), 12 September, 1989 (12.09.89), Figs. 1 to 3 (Family: none)	1 - 7
A	JP 59-9336 A (Kabushiki Kaisha Suta Seiki) , 18 January, 1984 (18.01.84), Figs. 1 to 2 (Family: none)	1 - 7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 63908/1971 (Laid-open No. 21048/1973) (Harmonic Drive Systems Inc.), 09 March, 1973 (09.03.73), Figs. 1 to 4 (Family: none)	1 - 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F16H1/32, H02K7/116, H02K41/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ F16H1/32, H02K7/116, H02K41/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996	年
日本国公開実用新案公報	1971-2005	年
日本国実用新案登録公報	1996-2005	年
日本国登録実用新案公報	1994-2005	年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー ^ホ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-254789 A (株式会社安川電機) 2001. 09. 21, 全文、第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2001-218422 A (株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ) 2001. 08. 10, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2001-112215 A (株式会社安川電機) 2001. 04. 20, 第 1-2 図 I & US 6701803 B1 & EP 1221755 A1	1-7

注 C 欄の続きにも文献が列挙されている。

F. パテントファミリーに関する別紙を参照。

ホ 引用文献のカテゴリー

IA) 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの

E) 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

IL) 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

IO) 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

IP) 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

IT) 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

IX) 特に関連のある文献であって、当議文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

IY) 特に関連のある文献であって、当議文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

I&J) 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 07. 2005

国際調査報告の発送日

09. 8. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関口 勇

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

3 J

9238

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 63-62934 A (富士通株式会社) 1988. 03. 19, 第 2-4 図 (ファミリーなし)	1-7
A	日本国実用新案登録出願 63-28604 号 (日本国実用新案登録出願公開 1-133546 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社安川電機製作所), 1989. 09. 12, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 59-9336 A (株式会社スター精機) 1984. 01. 18, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1-7
A	日本国実用新案登録出願 46-63908 号 (日本国実用新案登録出願公開 48-21048 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社ハーモニック・ドライブ・システム X), 1973. 03. 09, 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-7